

Werk

Jahr: 1940

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:16

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0016

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0016

LOG Id: LOG_0023

LOG Titel: Sonnenstrahlung und Erdmagnetismus

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Sonnenstrahlung und Erdmagnetismus

Von **J. Bartels**

Solare Wellenstrahlung W und Korpuskularstrahlung P lassen sich in ihren Intensitätsschwankungen erdmagnetisch schätzen. Eine Einteilung magnetischer Stürme wird vorgeschlagen.

1. Die Theorie erdmagnetischer Variationen führt zu der Arbeitshypothese, daß die Sonne uns außer den Strahlen, die bis zum Erdboden durchdringen, noch zwei weitere Arten von Strahlen zusendet, Wellenstrahlung W und Teilchen (Partikel) P . Die Sondierung der Ionosphäre durch reflektierte drahtlose Wellen stützt diese Anschauung. W ionisiert die Tagseite der Ionosphäre und ist erdmagnetisch wirksam in den sonnen- und mondentägigen Variationen, S und L ; P erreicht auch die Nachtseite der Erde, vorzugsweise in den polaren Zonen, und erzeugt Polarlicht und magnetische Störungen. Die Intensitäten von W und P schwanken parallel mit dem 11-jährigen Sonnenfleckenzyklus (ausgedrückt in den Sonnenfleckenrelativzahlen R), aber mit dem Unterschied, daß P nachhinkt, W dagegen nicht.

2. Adolf Schmidt hat in seinem großangelegten „Archiv des Erdmagnetismus“ Beobachtungsdaten für S , in Monatsmitteln, für viele Observatorien gesammelt und in ihrer Abhängigkeit von R dargestellt. Dieses Werk gab das Vorbild für den Plan, die Schwankungen ΔW möglichst von Tag zu Tag durch S zu erfassen. Zu diesem Zwecke müssen fremde Einflüsse auf den täglichen Gang eliminiert werden, nämlich L , der fortschreitende Gang und der tägliche Gang S_D bei Störungen. S_D , eine Wirkung von P , kann außerhalb der Polarlichtzonen vernachlässigt werden, wenn die magnetische Charakterzahl kleiner als 1.2 ist. Der fortschreitende Gang — das Abklingen der Ringstromwirkung nach Störungen — kann leicht eliminiert werden und ist klein im Vergleich zu S ; dagegen ist L mitunter erstaunlich stark (§ 3), und die Änderung von L mit den Mondphasen darf nicht als Veränderlichkeit von S mißdeutet werden.

S läßt sich schematisch beschreiben als die Wirkung zweier ionosphärischer Stromwirbel, deren Mittelpunkte in rund 35° Breite auf dem 11-Uhr-Meridian voranschreiten; noch einfacher ist das Bild eines riesigen vertikalen Hufeisenmagneten über dem 11-Uhr-Meridian, mit dem Südpol über 35° Nordbreite, und mit dem Nordpol über 35° Südbreite. Diese äquivalenten Bilder veranschaulichen diejenigen Züge in den täglichen Gängen der Nord-, Ost- und Vertikal-

komponenten X, Y, Z , die am besten die Intensität von S und damit ΔW ausdrücken, nämlich:

- nahe dem Äquator: der Tagesanstieg von X über das Nachtniveau;
- in nördlichen gemäßigten Breiten: die tägliche Welle in Y , mit dem Maximum am Morgen, dem Minimum am Nachmittag; ferner die Abnahme von Z um 11 Uhr;
- in südlichen gemäßigten Breiten: die täglichen Gänge in Y und Z wie im Norden, aber mit negativem Vorzeichen.

Durch induzierte Ströme im Erdinnern wird S verstärkt in X und Y , geschwächt in Z ; die Wirkung dieser Ströme überwiegt deutlich die entgegengesetzte Wirkung etwaiger magnetischer Polarisierung im Erdkörper. Am geeignetsten zur Messung von ΔW erscheinen somit die täglichen Amplituden A (noch genauer zu definieren) von X (oder der Horizontalintensität H) in den Tropen, und von Y (oder der Deklination D) in gemäßigten Breiten. Der jährliche Gang von A wird so eliminiert, daß für jeden Kalendertag ein Wert von A für $R = 50$ berechnet wird; die Abweichungen ΔA von diesem Wert, normiert auf gleiche Streuung, messen ΔW .

3. Für Huancayo (Peru), nahe dem magnetischen Äquator, wurde A in H definiert als der Überschuß des Fünfstunden-Mittels 9 bis 14 Uhr Ortszeit über das Nachtniveau, gegeben durch die Verbindungslinie der Fünfstunden-Mittel 0 bis 5 Uhr. L erscheint in A als Welle mit der Periode eines halben Monats: Im Mittel der Monate November bis Februar, im Sonnenfleckenmaximum ($R = 93$), ist $A = 149 \gamma$ drei Tage nach Neu- oder Vollmond, und $A = 99 \gamma$ einen Viertelmonat vor oder nach diesem Maximum der Halbmonatswelle. Die Elimination von L ist deshalb notwendig; sie gelingt befriedigend, so daß von den korrigierten Amplituden A_1 auf ΔW geschlossen werden kann. Das zeigt sich in den hohen Korrelationskoeffizienten r zwischen den Monatsmitteln 1922 bis 1939 für A_1 und den Sonnenfleckenzahlen R : Für die 18 September-Monate ist $r = +0.966$, und für keinen Monat ist r kleiner als $+0.89$; die drei Jahresdrittel geben jeweils $r = +0.97$, und Durchschnitte für ganze Jahre ergeben $r = +0.984$. Dies sind die engsten Korrelationen zwischen Erscheinungen auf der Sonne und auf der Erde, die bisher gefunden sind; sie zeigen überdies, daß R ein recht gutes Maß für W ist.

Für Potsdam (oder Seddin und Niemeck) wird A vorläufig nur für die Monate April bis September berechnet, als Differenz der Vierstundenmittel für Y , 5 bis 9 Uhr minus 11 bis 15 Uhr (Weltzeit). Für Watheroo zeigen vorläufige Rechnungen für A (D) ähnlich große Mondeinflüsse wie in A (H) für Huancayo. Es ist geplant, tägliche Amplituden für alle nicht zu stark gestörten Tage für weitere Observatorien zu berechnen und zusammenzufassen, um die erdmagnetischen Beobachtungen voll für die Messung von ΔW auszunutzen.

4. Die Intensität der solaren Korpuskularstrahlung P wird erkannt an ihrer Wirkung in der erdmagnetischen Unruhe (Aktivität), deren Stärke durch verschiedene Maße ausgedrückt wird. Das Meßprinzip der Potsdamer Erdmagnetischen

Kennziffer $K = 0$ bis 9 für dreistündige Intervalle, das 1938 eingeführt wurde, ist von mehreren amerikanischen und anderen Observatorien aufgenommen worden. Restliche lokale Einflüsse in K werden durch „Assimilation der Häufigkeitsverteilungen“ eliminiert werden. Diese Skalenangleichung sei an folgendem Beispiel beschrieben: Für jedes Zeitintervall seien zwei Kennziffern gegeben, K_1 und K_2 . Für eine große Zahl von Intervallen werden die relativen Häufigkeiten ausgezählt und die Summenhäufigkeiten $N_1(K_1)$, also die Gesamtzahl aller Kennziffern $\leq K_1$, und $N_2(K_2)$ gebildet. Der Schlüssel für die Zuordnung der Skalen für K_1 und K_2 wird dann durch $N_1(K_1) = N_2(K_2)$ gegeben. Solche Schlüssel für den Übergang von K zu einer „reduzierten Kennziffer K_r “ liegen bereits vor. Die K_r lassen sich zu Kennziffern für die ganze Erde zusammenfassen, wobei Observatorien in den Tropen geringeres Gewicht gegeben wird, weil dort der Einfluß von P weniger deutlich ist als nahe den Polarlichtzonen.

Die Übereinstimmung gleichzeitiger Kennziffern für weit voneinander entfernte Observatorien ist ein Zeichen dafür, daß Wolken solarer Teilchen ausgedehnter sind als die Erde. Die Intensität von P ist zeitlich sehr verschieden: nur selten ist ein ganzes dreistündiges Intervall ganz frei von der geringsten Störung, und eine weite Skala wachsender Störungsintensität erstreckt sich bis zu den stärksten magnetischen Stürmen ($K = 9$), in denen die Stärke der Ionosphärenströme Millionen von Ampere erreicht.

5. Die solare Korpuskularstrahlung P kann bisher nur erkannt werden, wenn sie die Erde erreicht. Die 27-tägige Wiederholungsneigung der schwächeren erdmagnetischen Störungsgrade ($K = 3$ bis 6) wird dahin gedeutet, daß beschränkte „M-Regionen“ auf der Sonne mehrere Sonnenrotationen hindurch Teilchenwolken aussenden; diese Wolken bilden in ihrer Gesamtheit einen mehr oder weniger stetigen Strom von ähnlicher Gestalt wie ein Arm eines Spiralnebels. In einzelnen Fällen besonders starker Stürme ist vermutet worden, daß auch Ort und Zeit des „Abschusses“ einer Wolke beobachtet worden ist, im Spektrohelioskop als intensive „Eruption“ auf der Sonnenoberfläche. Die Wellenstrahlung solarer Eruptionen verstärkt W vorübergehend. Auf der Tagseite wird dadurch die Ionendichte in der unteren Ionosphäre erhöht, erkennbar in Schwunderscheinungen in der Fortpflanzung drahtloser Wellen, bei stärkeren Eruptionen auch in einem typischen erdmagnetischen „Eruptionseffekt“, den Mc Nish als vorübergehende Verstärkung von S gedeutet hat. Nur selten, und nur nach stärksten Eruptionen, ist ein Eruptionseffekt Vorläufer eines magnetischen Sturms.

6. Diese Anschauungen legen es nahe, magnetische Stürme schematisch in zwei Typen zu teilen: Die Front eines entstehenden Stromes solarer Teilchen kann beim Überschreiten der Erdbahn entweder die Erde treffen („frischer Sturm“) oder nicht, so daß der Strom infolge der Rotation des Armes die Erde von der Nachtseite einholt („reifer Sturm“). Zur Zeit t_s mögen die ersten Teilchen die Sonnenoberfläche verlassen, und zur Zeit t_e mögen sie die Erdentfernung erreichen (nicht notwendig in der Erdbahn). Für frische Stürme läßt sich die Reisezeit $T = t_e - t_s$ berechnen, mit t_s als Zeit der Eruption (entweder aus Sonnenbeob-

achtungen, oder aus Schwunderscheinungen und erdmagnetischen Eruptionseffekten ermittelt, vorverlegt um die Reisezeit des Lichtes), und mit t_s als Zeit des Ausbruches des erdmagnetischen Sturmes.

Folgende Umstände erschweren es, T sicher zu bestimmen: a) Eruptionen auf der Sonne folgen einander oft innerhalb weniger Stunden, so daß t_s nicht eindeutig ist. — b) Die Sonne wird nicht ständig beobachtet, auch große Eruptionen können unbeobachtet vorübergehen. — c) Beim Eintreffen großer Teilchenwolken kann die Erde bereits unter dem Einfluß kleinerer Wolken aus älteren M -Regionen stehen, so daß t_e durch magnetische Unruhe verdeckt wird. — d) Beim Ausbruch des magnetischen Sturmes kann die Wolke bereits an anderen Stellen die Erdoberfläche erreicht und überschritten haben, so daß t_e vor dem Sturmsausbruch anzusetzen wäre; anderenfalls wird T überschätzt.

Am günstigsten ist es, wenn ein kräftiger Eruptionseffekt und ein plötzlicher Sturmsausbruch in eine sonst erdmagnetisch ruhige Zeit fallen. Verschiedene Verfasser haben Einzelfälle solarer Eruptionen und erdmagnetischer Stürme zugeordnet, aber nur in wenigen Fällen, bei großen Stürmen, läßt sich T einigermaßen sicher bestimmen, nämlich: 1859 Sept. 1—2, $T = 17^h 43^m$; 1938 Jan. 16, $T = 22^h 3^m$; 1938 April 16, $T = 21^h$. Eine Durchmusterung älterer Magnetogramme nach Vorläufern (Eruptionseffekten, die erst jetzt als solche erkannt sind) wird mehr solcher Fälle ergeben. $T = 20$ Stunden entspricht einer durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit von rund 2000 km/sec.

7. Die Tatsache, daß große erdmagnetische Stürme nicht die 27-tägige Wiederholungstendenz zeigen, läßt in diesem Zusammenhang eine andere Deutung zu als die, daß sich der solare Eruptionsherd in einem einzelnen großen Ausbruch erschöpft. Es ist nämlich möglich, daß der Kegel, den die Richtungen der ausgeschleuderten Teilchen bilden, beim ersten Ausbruch weiter geöffnet ist als bei der Kette der folgenden schwächeren Wolken, die den Arm bilden. Diese Annahme ergänzt das Bild des Armes durch eine schildförmige Frontwolke, die ihm vorangeht; die stärksten magnetischen Schwankungen sind auf die Zeit des Durchgangs durch diese Wolke beschränkt, erfahrungsgemäß wenige Stunden. Wenn nun nach einer Sonnenrotation der Arm wiederkehrt, so braucht er die Erde nicht nach 26 bis 28 Tagen zu treffen, denn entweder streicht er nördlich oder südlich vorbei, ohne die Erde überhaupt zu treffen, oder er trifft die Erde nach einem unbestimmten Intervall, zwischen 21 und 33 Tagen, weil der Eruptionsherd sich beim Ausbruch des Sturmes nicht nahe dem Sonnenmittelpunkt befand. Wenn die Erde sich beim Ausbruch eines „frischen“ Sturmes „vor“ dem sich bildenden Arm befindet, kann der Sturm einige Tage dauern, oder nach einigen Tagen wieder „aufleben“, wenn der Arm über die Erde streicht; wenn die Erde aber „hinter“ dem Arm liegt, dauert der frische Sturm nur kurze Zeit. Für beide Fälle sind Beispiele bekannt, die sich so deuten lassen. Es ist möglich, daß die Verschiedenheit des Einflusses magnetischer Stürme auf die Intensität der durchdringenden Strahlung damit zusammenhängt, denn der Ringstrom wird in beiden Fällen verschieden „ernährt“.

8. Die Häufigkeit „frischer“ Stürme läßt sich wie folgt schätzen: Die durchschnittliche Lebenszeit eines Armes sei a , und n Arme seien gleichzeitig vorhanden. Ein neuer Arm würde im durchschnittlichen Zeitabstand a/n entstehen. w sei der Öffnungswinkel der Schildwolke, genauer, $w/2\pi$ sei der Bruchteil der Erdbahn, der von dem Schild überstrichen wird. Der durchschnittliche Abstand frischer Stürme wird dann $(a/n)/(\omega/2\pi)$. Mit $a = 6$ Sonnenrotationen, $n = 2$, $\omega/2\pi = 1/4$ ergibt sich 12 Sonnenrotationen, oder rund ein Jahr für die Größenordnung des zeitlichen Abstandes frischer Stürme.

Schwingungsmessung mittels Trägerstrom *)

Von **F. J. Meister**, Mittell. a. d. Phys. Techn. Reichsanstalt. — (Mit 14 Abbildungen)

Es ist wünschenswert, daß Schwingungsmeßgeräte im Betrieb universell angewandt werden können, d. h. wenn sie sowohl für Dehnungs-, Schwingweg-, Druck- und Beschleunigungsmessungen benutzbar sind. Auf diese Weise vereinfachen sich nicht nur die Meßmittel, auch die Messungen selbst können oft nach umfassenderen Gesichtspunkten durchgeführt werden, da das Meßverfahren bei einer anderen Fragestellung nicht geändert zu werden braucht. Für den Techniker sind außerdem Meßgeräte erforderlich, die einfach zu bedienen sind und sich den Betriebsbedingungen des Meßortes anzupassen vermögen.

Wenn für viele Zwecke ältere mechanisch arbeitende Geräte heute durchaus noch genügen, ja zuweilen besser am Platze sind, als ein elektrisches Meßwerkzeug, so haben andererseits die elektrischen Methoden infolge ihrer außerordentlichen Anpassungsfähigkeit sich in der Schwingungsmeßtechnik ein großes Arbeitsgebiet neu erobert und es ist wahrscheinlich, daß sie dieses Arbeitsgebiet in Zukunft einmal beherrschen werden.

Ich will hier auf die Beschreibung mechanisch arbeitender Schwingungsmesser nicht eingehen. Von den elektrisch arbeitenden Geräten sollen nur solche beschrieben werden, die universell anwendbar sind und außerdem folgenden Bedingungen genügen:

1. Der Meßkörper soll einen möglichst großen Frequenzbereich verzerrungsfrei erfassen.
2. Die Frequenz 0 soll im verzerrungsfreien Übertragungsbereich liegen, damit langsame Vorgänge, wie sie in der Technik oft auftreten, ohne Phasenverzerrung wiedergegeben werden.
3. Der Meßkörper soll nicht zu groß und zu schwer sein, damit er ohne Störung des Schwingungsvorganges am Meßobjekt befestigt werden kann.

*) Auszug aus einem Vortrag des Verfassers vor dem Ausschuß für Schwingungs- und Schalltechnik im VDI.